

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 04 DE 2018

(UPME 04 – 2018)

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220 KV Y LINEAS DE
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

Bogotá D. C., agosto de 2018

ÍNDICE

1		
2		
3		
4	1. CONSIDERACIONES GENERALES	4
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales.....	4
6	1.2 Definiciones	5
7	2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
8	2.1 Descripción de Obras en la Subestación San Juan 220 kV.....	8
9	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto	8
10	2.2.1 En la existente línea Valledupar – Cuestecitas 220 kV.	9
11	2.2.2 En la Subestación San Juan 220 kV.....	9
12	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	10
13	3.1 Parámetros del Sistema	10
14	3.2 Nivel de Corto Circuito	11
15	3.3 Materiales	11
16	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible	12
17	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión.....	12
18	3.6 Pruebas en Fábrica.....	13
19	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV	13
20	4.1 General	13
21	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión	15
22	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas.....	16
23	4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas	17
24	4.4.1 Aislamiento	17
25	4.4.2 Conductores de Fase	18
26	4.4.3 Cable(s) de Guarda	19
27	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas	20
28	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	20
29	4.4.6 Estructuras	21
30	4.4.7 Localización de Estructuras	22
31	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.	22
32	4.4.9 Cimentaciones.....	22
33	4.4.10 Señalización Aérea.....	23
34	4.4.11 Desviadores de vuelo para aves.....	23
35	4.4.12 Obras Complementarias.....	23
36	4.5 Informe Técnico	23
37	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	24
38	5.1 General	24
39	5.1.1 Predio de las Subestación	25
40	5.1.2 Espacios de Reserva.....	26
41	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	28

1	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	28
2	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	28
3	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos	30
4	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos	30
5	5.4	Procedimiento General del Diseño	30
6	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica	32
7	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle	35
8	5.4.3	Estudios del Sistema	39
9	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	40
10	5.5	Equipos de Potencia.....	40
11	5.5.1	Interruptores	40
12	5.5.2	Descargadores de Sobretensión.....	41
13	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	42
14	5.5.4	Transformadores de Tensión	42
15	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	43
16	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	44
17	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra	45
18	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	45
19	5.6	Equipos de Control y Protección.....	45
20	5.6.1	Sistemas de Protección	45
21	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	47
22	5.6.2.1	Características Generales.....	49
23	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales	50
24	5.6.4	Controladores de Bahía	52
25	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	52
26	5.6.6	Switches	53
27	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	53
28	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2	54
29	5.6.8.1	Controlador de la Subestación	54
30	5.6.8.2	Registradores de Fallas	54
31	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación	55
32	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	55
33	5.7	Obras Civiles.....	56
34	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	56
35	6.	ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	57
36	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio	57
37	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	57
38	7	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	58
39	8	INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	58
40	9	INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....	58
41	10	FIGURAS	59

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 04 – 2018.

Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo", "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños. Las citas, numerales o tablas del RETIE que se hacen en este Anexo corresponden a la revisión de agosto de 2013 de este Reglamento, incluidas las modificaciones de octubre 2013 y julio 2014. En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados, el Transmisor deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser relacionados, informados y documentados al Interventor. Los criterios de ingeniería y normas específicas adoptados para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo establecido en los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía, MME. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto

1 será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional
2 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
3 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
4

5 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos
6 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE, con el Código de Redes, con
7 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del
8 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una
9 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños
10 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de
11 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre
12 cualquier versión anterior de los citados documentos.
13

14 1.2 Definiciones

15
16 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
17 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
18

19 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

20
21
22 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
23 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación
24 San Juan 220 kV y líneas de transmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de
25 Referencia Generación – Transmisión 2015-2029”, adoptado mediante Resolución del
26 Ministerio de Minas y Energía 40095 de febrero 1 de 2016, modificada mediante Resolución
27 MME No 40813 de 3 de agosto de 2018, el cual comprende:

- 28 i. Nueva subestación San Juan 220 kV en configuración interruptor y medio, con dos
29 (2) bahías de línea y una (1) bahía de transformación con sus respectivos cortes
30 centrales para conformar un diámetro completo y uno incompleto a 220 kV, a
31 ubicarse cerca a la actual subestación San Juan 110 kV en jurisdicción del municipio
32 de San Juan del Cesar en el departamento de Guajira.
- 33 ii. Una línea doble circuito a 220 kV con una longitud aproximada de 6 km, desde la
34 nueva subestación San Juan hasta interceptar la línea existente Valledupar –
35 Cuestecitas 220 kV para reconfigurar en las líneas Valledupar – San Juan –
36 Cuestecitas 220 kV. Hace parte del presente alcance las conexiones y
37 desconexiones requeridas para la reconfiguración mencionada.
- 38 iii. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias
39 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,

1 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad
2 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,
3 protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse a estos.

4 iv. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

5
6 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
7 Convocatoria:
8

- 9 1. El Banco de transformación 220/110 kV – 105 MVA, que se conectará a la nueva
10 Subestación San Juan 220 kV y su respectiva bahía en el lado de baja tensión (110
11 kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de
12 activos del STR. La frontera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el
13 Inversionista del STR en la Subestación San Juan, será en los bornes de alta del
14 transformador.
15
- 16 2. Los Diagramas unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
17 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la
18 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del
19 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación
20 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de
21 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos
22 previos a la solicitud.
23
- 24 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
25 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse
26 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el
27 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido
28 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.
29
- 30 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la
31 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se
32 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
33
- 34 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
35 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
36
- 37 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
38 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo
39 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin

- 1 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
2 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
3 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
4
- 5 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
6 información técnica y costos de conexión remitidos por TRANSELCA S.A. E.S.P.
7 con radicados UPME 20181110024992, 20181110030342 y 20181100045512 e
8 información suministrada por la ELECTRICARIBE S.A. E.S.P. con radicado UPME
9 20181110040972 y 20181100046632. La información específica relacionada con
10 estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de la UPME en los
11 términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin detrimento a lo
12 anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la infraestructura de
13 manera directa. La información suministrada por la UPME no representa ninguna
14 limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en
15 concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente, y 5.6,
16 Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
17
- 18 8. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta
19 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase
20 para la conexión entre la bahía de transformación y los bornes de alta del
21 transformador del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios
22 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,
23 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica
24 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida
25 de la bahía de transformación y los bornes de alta del transformador del STR.
26
- 27 9. La ubicación de la nueva subestación San Juan 220 kV deberá cumplir con lo
28 señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.
29
- 30 10. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no
31 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán
32 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,
33 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.
34 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada.
35
- 36 11. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y
37 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier
38 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la
39 operación y mantenimiento, con el fin que no existan afectaciones en el Sistema
40 Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive
41 de sus activos.

1
2 **2.1 Descripción de Obras en la Subestación San Juan 220 kV**
3

4 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote,
5 el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el
6 numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.
7

8 La nueva Subestación San Juan 220 kV deberá ser construida en configuración interruptor
9 y medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera
10 letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6)
11 tipo interior, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos
12 establecidos en los DSI.
13

14 Se aclara que dada la cantidad de bahías a instalar mediante la presente Convocatoria, la
15 subestación no estará inicialmente en interruptor y medio, sin embargo para efectos del
16 diseño, suministro, construcción, alcance y todas las obligaciones de la presente
17 Convocatoria se considera en configuración interruptor y medio.
18

19 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en
20 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
21 infraestructura existente.
22

23 El diagrama unifilar de la nueva Subestación San Juan 220 kV se muestra en la Figura 2.
24

25 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
26 tecnología.
27

28 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
29 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
30 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los
31 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
32 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
33 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
34 comunicación.
35

36 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**
37

38 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente
39 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),
40 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de
41 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de

1 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable
2 y/o propietario de los activos relacionados.

3
4 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
5 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar
6 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los
7 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

8 9 **2.2.1 En la existente línea Valledupar – Cuestecitas 220 kV.**

10
11 El propietario de las existentes líneas Valledupar – Cuestecitas 220 kV es TRANSELCA
12 S.A. E.S.P.

13
14 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la línea
15 Valledupar – Cuestecitas 220 kV, será en los puntos de seccionamiento de ésta línea. Para
16 realizar la reconfiguración de la Línea Valledupar – Cuestecitas 220 kV, se deberá tener en
17 cuenta lo indicado por TRANSELCA en el oficio con radicado UPME 20181100045512.

18
19 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,
20 control y protecciones de las bahías de línea de la subestación San Juan 220 kV, con los
21 sistemas de las bahías de los extremos de las líneas, específicamente en las Subestaciones
22 Valledupar y Cuestecitas 220 kV.

23
24 Los contratos de conexión, que suscriba el Inversionista resultante de la presente
25 Convocatoria Pública e ISA-TRANSELCA, deberán incluir, entre otros aspectos y según
26 corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión a la línea y con
27 cambios o ajustes de cualquier índole que deban hacerse en las Subestaciones Valledupar
28 y Cuestecitas 220 kV que se generen producto de la reconfiguración de la línea existente
29 en Valledupar – San Juan – Cuestecitas 220 kV. Este contrato de conexión deberá estar
30 firmado por las partes, antes del inicio de la construcción y montaje de las obras, al menos
31 en sus condiciones básicas, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No
32 obstante las partes, en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida
33 justificación, la modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.

34 35 **2.2.2 En la Subestación San Juan 220 kV**

36
37 El propietario de la Subestación San Juan 220 kV será el Transmisor resultante de la
38 presente Convocatoria Pública.

39
40 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.

41

1 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
2 y el Transmisor del STR deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo
3 relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la
4 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y
5 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de
6 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios para la conexión de los
7 transformadores del STR. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes,
8 dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la Resolución CREG que
9 oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor Regional adjudicatario de la
10 Convocatoria Pública asociada a San Juan STR, **al menos en sus condiciones básicas**
11 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
12 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
13 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
14 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante
15 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
16 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
17 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.
18
19

20 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

21
22 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
23 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo. El uso de normas y
24 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
25 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
26 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
27 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
28 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.
29

30 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de
31 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
32 Pública.
33

34 3.1 Parámetros del Sistema

35
36 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser
37 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,
38 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.
39

40 Generales:

41 Tensión nominal 220 kV

1	Frecuencia asignada	60 Hz
2	Puesta a tierra	Sólida
3	Numero de fases	3
4		
5	<u>Subestaciones 220 kV:</u>	
6	Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
7	Servicios Auxiliares DC	125V
8	Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.
9		
10	<u>Línea de transmisión 220 kV:</u>	
11	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
12		
13	Estructuras de soporte:	Para doble circuito.
14	Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
15		
16		
17	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.
18	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.
19		

20 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

21

22 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que
23 el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de
24 líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la
25 capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán
26 objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA. La duración asignada al
27 corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las
28 fallas y los indicados en las normas IEC aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada
29 al Interventor para su conocimiento y análisis.

30

31 **3.3 Materiales**

32

33 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor
34 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de
35 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras
36 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para
37 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto
38 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines
39 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores
40 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del

1 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el
2 Reglamento actualmente vigente.

3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

6 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo
7 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en
8 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al
9 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes
10 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

12 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:
13 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo
14 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen
15 tiempo.

17 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los
18 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución
19 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy
20 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

24 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se
25 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los
26 artículos 52 y 53.

28 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos
29 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan
30 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del
31 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como
32 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del
33 Interventor.

35 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán
36 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos
37 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la
38 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos
39 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

3.6 Pruebas en Fábrica

Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del Inversionista.

Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación, estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV

4.1 General

La información específica referente a la línea existente, remitida por el propietario de la infraestructura, como costos, datos técnicos, etc, serán suministrados por la UPME conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	220
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	De 4 a 6, hasta interceptar la línea existente Valledupar – Cuestecitas.

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	De 210 a 260
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	-
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que pueda tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm ²	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

En cualquier caso se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar la afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias del proyecto.

Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

La selección de la ruta de la línea de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales, regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades que determinan las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones existentes. En

1 consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener
2 en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o
3 local.

4
5 Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la
6 ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces
7 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los
8 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá
9 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo
10 especial para este propósito tal como el Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration
11 Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las
12 cajas para empalme o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista
13 consultar a las autoridades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra
14 infraestructura que pueda estar relacionada.

15
16 Especial atención deberá poner el Inversionista en todas las restricciones, precauciones y
17 demás aspectos que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar unas alertas
18 tempranas en la zona del proyecto.

19
20 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**
21 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO SAN JUAN 220 kV**
22 **Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA**
23 **PÚBLICA UPME 04-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN**
24 **- TRANSMISIÓN 2015-2029”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto
25 de estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes
26 físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los
27 diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es
28 exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una
29 asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de
30 la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es
31 responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos inherentes a la
32 ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios
33 y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

34
35 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
36 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

37 38 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

39
40 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia
41 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice

1 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en
2 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

3
4 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y
5 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

6 7 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**

8
9 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del
10 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección
11 del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado
12 Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en
13 el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

14
15 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor
16 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

17 18 **4.4.1 Aislamiento**

19
20 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de
21 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las
22 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento
23 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo
24 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las
25 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y
26 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,
27 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores
28 al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben
29 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

30
31 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño
32 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas
33 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y
34 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

35
36 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición
37 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la
38 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o
39 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la
40 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

41

4.4.2 Conductores de Fase

Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores límites establecidos.

Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes exigencias técnicas:

- Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a temperatura ambiente máxima promedio.
- Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0600 ohmios/km.

En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto en los tramos aéreos como en los subterráneos según sea el caso.

En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento de estas exigencias.

Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular pueden estar expuestos durante varias horas.

De presentarse características en el ambiente para esta nueva líneas, que tuvieren efecto corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con hilos de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima, resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad

1 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con
2 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito
3 previsible para la Línea durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de
4 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica estas podrán ser incorporadas al cable
5 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión
6 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

7 8 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

9
10 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
11 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
12 presente Convocatoria Pública.

13
14 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
15 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá
16 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a
17 instalar deberán tener características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables
18 de guarda de la línea existente.

19
20 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda
21 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro
22 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los
23 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su
24 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar
25 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan
26 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del
27 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados
28 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por
29 ellos.

30
31 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,
32 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

33
34 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla
35 con las normas técnicas aplicables.

36
37 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la
38 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra
39 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del
40 cable de guarda e informar de ellos al Interventor.

41

4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas

El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica) corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de cimentación.

Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de actualización.

El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre, así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de actualización.

Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro si son adecuados para enterramiento directo.

Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

4.4.5 Transposiciones de Línea

El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para ello, considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

1 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplan con la
2 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y
3 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de
4 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte
5 del presente Proyecto.

6
7 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos
8 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

9
10 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**
11 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de
12 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento
13 hará parte de las memorias del proyecto.

14 15 **4.4.6 Estructuras**

16
17 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la
18 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas
19 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de
20 frecuencia industrial.

21
22 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si
23 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las
24 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de
25 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se
26 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de
27 recursos.

28
29 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
30 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para
31 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología
32 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*
33 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y
34 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados
35 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
36 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
37 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
38 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
39 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
40 resultara así, primarán estas últimas.

41

1 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel
2 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con
3 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

4.4.7 Localización de Estructuras

7 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad
8 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las
9 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de
10 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La
11 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las
12 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,
13 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores

18 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-
19 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los espaciadores - amortiguadores
20 deben ser adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de
21 frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes (Resolución
22 CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de
23 colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera
24 que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será
25 entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

27 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación
28 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio
29 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al
30 Interventor.

4.4.9 Cimentaciones

34 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá
35 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base
36 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría
37 su decisión.

39 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
40 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
41 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.

1 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
2 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
3 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
4 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
5 cada tipo de estructura.

6 7 **4.4.10 Señalización Aérea**

8
9 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas
10 Petroleras que operan proyectos petroleros o de otro tipo en la región, si existen, la Fuerza
11 Aérea de Colombia, FAC, u otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de
12 tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc)
13 que hagan imperioso que la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales
14 accidentes originados por la carencia de ellos.

15
16 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
17 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
18 centelleantes en torres en casos más severos.

19 20 **4.4.11 Desviadores de vuelo para aves**

21
22 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
23 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
24 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
25 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) de gran
26 envergadura que puedan resultar afectadas por la existencia de la línea y, recomendar el
27 uso de desviadores de vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos
28 dispositivos y las distancias a los que estos deben colocarse.

29 30 **4.4.12 Obras Complementarias**

31
32 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del
33 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios
34 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,
35 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos
36 ambientales y demás obras que se requieran.

37 38 **4.5 Informe Técnico**

39
40 El Interventor verificará que el Inversionista suministre los siguientes documentos técnicos,
41 de igual forma a lo requerido para las líneas, de acuerdo con lo establecido en el numeral

1 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como se establezca en resoluciones posteriores
2 a esta, durante las respectivas etapas de construcción de las líneas de transmisión del
3 Proyecto:

- 4
- 5 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
6 2000.
- 7
- 8 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
9 2000.
- 10
- 11 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
12 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 13
- 14 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 15
- 16 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
17 Resolución CREG 098 de 2000.
- 18
- 19 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
20 de 2000.
- 21

22

23 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

24

25 5.1 General

26

27 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
28 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme
29 el Numeral 9 del presente Anexo 1.

30

31 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA
32 DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO SAN JUAN 220 kV
33 Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA
34 PÚBLICA UPME 04-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN
35 - TRANSMISIÓN 2015-2029”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto
36 de estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes
37 físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los
38 diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es
39 exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una
40 asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de
41 la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es

1 responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos inherentes a la
2 ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios
3 y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

4
5 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del
6 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:
7

ítem	Descripción	San Juan 220 kV
1	Subestación nueva	Si
2	Configuración	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación	Convencional o GIS
4	Agente Responsable de la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 04-2018

8
9 **5.1.1 Predio de las Subestación**

10
11 **Nueva Subestación San Juan 220 kV**

12
13 El predio de la subestación será el que seleccione el Transmisor al inicio de la ejecución,
14 considerando y garantizando las facilidades para los accesos de las líneas de transmisión
15 y el acceso de equipos, para el STN y STR. La ubicación deberá cumplir las siguientes
16 condiciones:

- 17
- 18 • Debe estar dentro de un radio máximo de 2 km medido desde las coordenadas de
19 localización de la actual subestación San Juan 110 kV la cual es propiedad de
20 Electricaribe S.A. E.S.P., ubicada en el municipio de San Juan del Cesar
21 departamento de La Guajira.
 - 22 • Debe estar por fuera del territorio ancestral de las comunidades indígenas de la
23 Sierra Nevada de Santa Marta (Línea Negra).

24 Las siguientes son las coordenadas aproximadas de la existente subestación San Juan 110
25 kV (información que deberá verificar el Interesado):
26

27 Latitud: 10°45'59.59" N.
28 Longitud: 73°0'39.69" O.
29

30 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras
31 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el
32 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.
33

34 En lo posible, la zona donde se halle el predio seleccionada debe ser tal que exista la
35 posibilidad o no se limite el crecimiento de la subestación en predios contiguos.

1
2 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
3 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
4 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
5 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
6 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
7 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
8 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

9
10 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los
11 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los
12 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
13 inversionista.

14
15 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual
16 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias
17 del proyecto.

18 19 **5.1.2 Espacios de Reserva**

20
21 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria
22 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos
23 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo
24 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Estos
25 espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según
26 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido
27 como espacio en el presente numeral.

28
29 **A nivel del STN**, en la Subestación San Juan 220 kV se deberán incluir espacios de reserva
30 para la futura instalación de:

- 31
32
 - Tres (3) bahías de línea a 220 kV.
 - Dos (2) bahías de transformación a 220 kV.

33
34
35 **A nivel del STR**, se deberá incluir espacios de reserva para la futura instalación de:

- 36
37
 - Una nueva subestación San Juan 110 kV, en configuración doble barra más
38 seccionador de transferencia, con sus respectivos equipos y/o elementos de
39 patio, vías y casa de control, etc, para:
40
 - Tres (3) bahías de transformación a 110 kV.

- 1 ▪ Tres (3) bancos de autotransformadores 220/110/34.5 kV de 105 MVA (3
- 2 x 35 MVA).
- 3 ▪ Tres (3) autotransformador monofásico (220/110/34.5 kV de 35 MVA)
- 4 con cambio rápido, para reserva de cada uno de los bancos de
- 5 autotransformadores.
- 6 ▪ Cuatro (4) bahías de línea a 110 kV.
- 7

8 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en
9 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado
10 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas
11 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios
12 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del
13 mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

14
15 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los
16 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo y planos con la disposición
17 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de
18 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica
19 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las
20 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

21
22 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en
23 las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su
24 utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco
25 de la presente Convocatoria Pública.

26
27 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto
28 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la
29 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse
30 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace
31 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso
32 de instalación de nuevos equipos.

33
34 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos
35 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de
36 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva**
37 **adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán
38 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las
39 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de
40 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el
41 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.

1
2 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**
3

4 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
5 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
6 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse
7 afectada por el desarrollo del Proyecto.

8
9 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
10 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el
11 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en
12 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

13
14 **5.1.4 Servicios Auxiliares**
15

16 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la
17 topología de las Subestaciones, incluyendo las reservas para el STR. Se deberá dar
18 cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

19
20 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**
21

22 El Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos del módulo
23 común como se describe a continuación:

24
25 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del
26 desarrollo inicial y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente
27 Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, etc, según se
28 requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y
29 las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en
30 el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las
31 Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias.

32
33 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
34 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
35 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
36 subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria
37 Pública. La infraestructura y módulo común de la nueva Subestación, estarán conformados
38 como mínimo por los siguientes componentes:

- 39
40 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
41 espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la subestación, las

1 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para
2 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,
3 todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y
4 de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado
5 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles
6 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a
7 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su
8 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar
9 espacio suficiente en los cárcamos y demás elementos construidos en la presente
10 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la
11 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los
12 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a
13 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de
14 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras
15 instalaciones.

- 16
17 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2
18 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de
19 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio
20 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el
21 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de
22 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen
23 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones
24 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios
25 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse
26 ningún elemento particular, sin embargo los equipos instalados por la presente
27 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,
28 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos
29 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la
30 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión
31 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

32
33 La Interventoría analizará todas las provisiones que faciliten la evolución de las obras
34 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
35 análisis.

36
37 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación
38 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
39 la modifique o sustituya).

40

1 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, deberá considerar las reservas
2 objeto de la presente Convocatoria.

3
4 El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Operador de Red y/o al Inversionista
5 del STR, todas las facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades,
6 en lo referente a conexiones de potencia, protecciones, comunicaciones y medidas, entre
7 otras posibles.

8 9 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

10
11 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
12 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
13 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
14 *Telecomunicaciones Unión - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
15 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
16 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
17 eminentemente técnicos y de calidad.

18 19 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

20
21 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la
22 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo
23 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la
24 de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las
25 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar
26 las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

27 28 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

29
30 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

31
32 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que
33 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

34
35 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones
36 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;
37 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las
38 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados
39 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de
40 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,
41 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas

1 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;
2 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la
3 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y
4 especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento
5 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los
6 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las
7 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los
8 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y
9 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas
10 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en
11 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de
12 operación y mantenimiento.

13
14 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de
15 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para
16 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

17
18 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben
19 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará
20 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada
21 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que
22 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las
23 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

24
25 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
26 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
27 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
28 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
29 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

30
31 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
32 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

33
34 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
35 documento de cumplimiento obligatorio.

36
37 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto
38 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de
39 pruebas.

40

1 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos
2 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;
3 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas
4 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y
5 mantenimiento.

6
7 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
8 entregada a la Interventoría para revisión.

9 10 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

11
12 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el
13 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las
14 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,
15 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican
16 las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la
17 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de
18 Ingeniería Básica.

19
20 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella
21 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las
22 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de
23 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,
24 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada
25 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que
26 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME la
27 respectiva recomendación si es del caso.

28
29 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

30 31 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 32
- 33 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 34 • Memoria de cálculo de resistividad del terreno
- 35 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 36 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
- 37 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
- 38 • Memoria de cálculo de distancias eléctricas
- 39 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 40 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones

- 1 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 2 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 3 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 4 • Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
- 5 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 6 • Análisis de identificación de riesgos.

7

8 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

9

- 10 • Especificación técnica equipos de patio.
- 11 • Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
- 12 • Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
- 13 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 14 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 15 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.
- 16 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 17 equipos.
- 18 • Especificación funcional del sistema de control.
- 19 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 20 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 21 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 22 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 23 equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.

24

25 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

26

- 27 • Características técnicas, equipos.
 - 28 - Interruptores
 - 29 - Seccionadores.
 - 30 - Transformadores de corriente.
 - 31 - Transformadores de tensión.
 - 32 - Descargadores de sobretensión.
 - 33 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 34 • Dimensiones de equipos.
- 35 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 36 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 37 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 38 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 39 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.

- 1 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.
2

3 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**
4

- 5 • Diagrama unifilar de la subestación
6 • Diagrama unifilar con características de equipos
7 • Diagrama unifilar de protecciones.
8 • Diagrama unifilar de medidas.
9 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
10 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
11 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
12 • Planimetría del sistema de apantallamiento
13 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
14 • Planos en planta de ubicación de equipos.
15 • Planos vista en cortes de equipos.
16 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
17 • Elevación general de edificaciones y equipos.
18 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
19 • Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
20 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.
21

22 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**
23

- 24 • Plano localización de la subestación.
25 • Plano disposición de bases de equipos.
26 • Planos cimentación del transformador de potencia.
27 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
28 • Plano base cimentación del transformador de potencia.
29 • Plano de drenajes de la subestación.
30 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
31 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
32 • Planos casa de control.
33 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
34 • Plano cerramiento de la subestación.
35 • Plano obras de adecuación.
36

37 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**
38

- 39 • Levantamiento topográfico del lote seleccionado.

- 1 • Estudio de suelos mediante apique o sondeos en el área del lote seleccionado.
- 2 • Identificación de los accesos y presentación de recomendaciones para el
- 3 transporte de equipos y materiales.
- 4 • Presentar informes de progreso y programas de trabajos mensuales.
- 5 • Análisis diseños típicos y definición parámetros.
- 6 • Análisis de resultados de suelos y diseños obras civiles.
- 7 • Elaboración informe de diseños y memorias de cálculo.

8 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

9
10 Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir
11 y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas
12 las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se
13 fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de
14 Ingeniería Básica.

15
16 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista
17 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y
18 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría
19 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los
20 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

21
22 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que
23 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
24 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
25 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

26
27 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
28 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
29 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
30 seleccionado y a la UPME si es del caso.

31
32 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
33 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

34
35 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

36 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 37 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 38 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 39
- 40

- 1 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- 2 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 3 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- 4 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 5 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 6 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 7 cárcamos interiores en caseta de control.
- 8 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 9 barrajes.
- 10 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 11 rígido.
- 12 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 13 casa de control.
- 14 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 15 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

17 5.4.2.2 Planos de obras civiles

- 18
- 19 • Planos para construcción de bases para equipos
- 20 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 21 soporte para equipos y pórticos.
- 22 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
- 23 potencia.
- 24 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 25 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 26 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 27 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 28 tableros, equipos y canales interiores.
- 29 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 30 • Planos para construcción de vías
- 31

32 5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

33

34 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y

35 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y

36 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales

37 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,

38 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria

39 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de

1 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al
2 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.
3

4 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la
5 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica
6 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:
7

8 **a. Sistema de puesta a tierra:**

- 9 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
10 estructuras.
11 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
12 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
13 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
14 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
15 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el
16 RETIE.
17

18 **b. Equipos principales:**

- 19 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
20 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
21 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al
22 nivel rasante del patio.
23 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,
24 sistemas de anclaje.
25 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
26 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.
27 Diseño civil de los canales de cables.
28 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos
29 para cables entre los equipos y las bandejas.
30 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
31

32 **c. Equipos de patio:**

- 33 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de
34 sobretensión.
35 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras
36 de interconexión.
37 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.
38 - Placas de características técnicas.
39 - Información técnica complementaria y catálogos.
40 - Manuales detallados para montaje de los equipos.

- 1 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.
- 2 - Protocolo de pruebas en fábrica.
- 3 - Procedimiento para pruebas en sitio.

4
5 **d. Para tableros:**

- 6 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.
- 7 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de
- 8 control, señalización y protección.
- 9 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,
- 10 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y
- 11 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.
- 12 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.
- 13 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.
- 14 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,
- 15 telecontrol y teleprotección, incluyendo:
 - 16 - Diagramas de principio y unifilares
 - 17 - Diagramas de circuito
 - 18 - Diagramas de localización exterior e interior.
 - 19 - Tablas de cableado interno y externo.
 - 20 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
 - 21 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
 - 22 diagramas de principio:
 - 23 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
 - 24 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
 - 25 ▪ Diagramas de medición de energía.
 - 26 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
 - 27 ▪ Diagramas de comunicaciones.
 - 28 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
 - 29 - Listado de cables y borneras.
 - 30 - Planos de Interfase con equipos existentes.
 - 31 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
 - 32 señalización y alarmas.

33
34 **e. Reportes de Pruebas:**

- 35 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
- 36 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
- 37 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
- 38 fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.
- 39 Las instrucciones deberán estar en idioma español.
- 40

5.4.3 Estudios del Sistema

Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos y/o memorias de cálculo:

- Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos y de resistividad.
- Cálculo de flechas y tensiones.
- Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y distancias eléctricas.
- Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo y a corto circuito.
- Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores aislados.
- Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- Informe de interfaces con equipos existentes.
- Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores de fallas.

1
2 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
3 como mínimo los siguientes aspectos:

- 4
5 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
6
7 - Origen de los datos de entrada.
8
9 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
10 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
11
12 - Resultados.
13
14 - Bibliografía.

15 16 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

17
18 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos
19 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

20 21 **5.5 Equipos de Potencia**

22 23 **5.5.1 Interruptores**

24
25 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las
26 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 27
28
 - 29 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
 - 30 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
 - 31 • IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of 52 kV an above"

32
33
34 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,
35 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de
36 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay
37 Applications to Power System Buses".

38
39 **Mecanismos de operación:** los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado
40 de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo
41 de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido

1 o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser
2 totalmente independientes.

3
4 **Pruebas de rutina:** los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
5 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los
6 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la
7 Interventoría.

8
9 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
10 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los
11 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en
12 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
13 pruebas a su costa.

14
15 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
16 condiciones de estado y funcionamiento de los Interruptores de Potencia.

17 18 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

19
20 Los descargadores de sobretensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición
21 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
22 suministrar

- 23
- 24 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for
- 25 a.c. systems"
- 26 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and
- 27 controlgear".
- 28

29 **Pruebas de rutina:** los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
30 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los
31 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
32 Interventoría.

33
34 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
35 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los
36 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en
37 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
38 pruebas a su costa.

39 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
40 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

41

5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra

Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V".
- IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards".

Pruebas de rutina: los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la Interventoría.

Pruebas tipo: en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

Pruebas en Sitio: se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

5.5.4 Transformadores de Tensión

Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and capacitor dividers".
- Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".

- IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear"

Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión.

Pruebas de rutina: los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

Pruebas tipo: en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

Pruebas en Sitio: se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

5.5.5 Transformadores de Corriente

Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60044-1: "Current Transformers".
- IEC-61869-1/2: "Current Transformers".

Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión.

Pruebas de rutina: los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en

1 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
2 pertinentes de la Interventoría.
3

4 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
5 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
6 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
7 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
8 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.
9

10 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las
11 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.
12

13 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

14
15 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)
16 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la
17 siguiente normatividad:
18

19 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las
20 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como
21 lo indicado en estas especificaciones.
22

- 23 • Instrument transformer – IEC6189
- 24 • Insulation Coordination – IEC60071
- 25 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
- 26 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
- 27 • Partial discharge measurement – IEC60270
- 28 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
- 29 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
- 30 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
- 31 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
- 32 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
- 33 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
- 34 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

35
36 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
37 pruebas mecánicas y pruebas de gas.
38

39 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
40 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

1
2 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**
3

4 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
5 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.
6

7 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la
8 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current
9 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

10 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto
11 más cercano y conveniente.
12

13 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de
14 tierra.
15

16 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos
17 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.
18

19 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de
20 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones
21 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.
22

23 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**
24

25 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para
26 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán
27 aterrizados con cables bajantes de cobre.
28

29 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
30 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá
31 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.
32

33 **5.6 Equipos de Control y Protección**
34

35 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
36 control y protección:
37

38 **5.6.1 Sistemas de Protección**
39

40 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
41 publicación IEC 60255 "Electrical relays", en la IEC 60870 "Telecontrol equipments and

1 systems” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
2 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
3 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la
4 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
5 respectivas normas equivalentes ANSI.
6

7 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
8 principales para líneas de transmisión con principio de operación y medición diferente,
9 adicionalmente deben tener algoritmos de operación diferentes entre sí. El esquema
10 completo deberá consistir de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo
11 transferido; falla interruptor; funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección
12 de sobretensión; supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de
13 línea debe dar disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de
14 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada
15 como medio de comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para
16 la PPL1, un cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de
17 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección
18 distancia ANSI 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos
19 digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra
20 Óptica multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
21 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
22 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
23 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
24 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.
25

26 Para subestaciones nuevas o existentes que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP-
27 para las barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación
28 diferente. Adicionalmente deberán seleccionarse de acuerdo con la configuración de la
29 subestación. La alimentación DC de cada sistema de protección debe ser independiente;
30 las señales de corriente deben ser tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los
31 CT's y cada SP debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los
32 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las
33 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se
34 instalen en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes
35 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de
36 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.
37

38 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
39 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
40 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.
41

1 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de
2 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben
3 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los
4 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la
5 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de
6 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con
7 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda
8 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

9
10 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
11 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
12 anexo CC4 y sus modificaciones.

13 5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones

14 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
15 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:
16
17
18

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información. Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND. La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
2	Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación. El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM	Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p> <p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (13,2 kV, 208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores,</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.	Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

5.6.2.1 Características Generales

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las norma IEC.

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones y que sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor garantizará igualmente, que el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos, control y monitoreo de la Subestación. Copia de toda la información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema de Control, deberá ser entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de cumplimiento.

Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización del sistema, etc.

La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección y control. Se destacan las siguientes funciones:

- Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
 - Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre equipos vía la red.

- 1 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
- 2 Automatización de la Subestación.
- 3 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 4 funciones:
- 5 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
- 6 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 7 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 8 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
- 9 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
- 10 sin perturbar ni detener el sistema.
- 11 ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 12 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
- 13 protecciones del sistema.
- 14

15 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o
16 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación
17 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,
18 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos
19 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y
20 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del
21 Inversionista.

22
23 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
24 Subestación:

- 25
- 26 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 27 Subestación.
- 28 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
- 29 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
- 30 sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 31 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 32 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 33

34 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el
35 correcto envío de información hacia centros de control externos, Centro Nacional de
36 Despacho CND y recibir los comandos aplicables enviados desde dichos centros. En este
37 aspecto, el Inversionista será el único responsable de suministrar y hacer operativos los
38 protocolos de comunicaciones necesarios para integrar la Subestación con el CND.

39 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

1 Se deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada bahía (línea,
2 transformación o compensación) objeto de la presente Convocatoria, y para subestaciones
3 nuevas en configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte,
4 incluyendo el corte central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o
5 corte instalado.
6

7 Estos equipos tomarán las señales de tensión y corriente de los núcleos de medida
8 (circuitos de instrumentación). La unidad de medición fasorial podrá ser implementada en
9 un equipo multifuncional, siempre y cuando este no comparta funciones de protección o
10 circuitos de protección. La implementación podrá realizarse con equipos que integren
11 sincronización, digitalización y procesamiento en un mismo dispositivo, o con unidades
12 procesadoras centralizadas y periféricos distribuidos. En el caso de que la subestación no
13 cuente con casetas en el patio, las PMUs deberán instalarse en los tableros de las
14 correspondientes bahías.
15

16 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
17 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros
18 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de
19 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la
20 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y
21 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.
22

23 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,
24 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de
25 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad
26 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues
27 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las
28 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que
29 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido
30 en la resolución CREG 080 de 1999.
31

32 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente
33 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos
34 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición
35 fasorial sea revisada.
36

37 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
38 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
39 potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor
40 de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir

1 con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su
2 última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

3 4 **5.6.4 Controladores de Bahía**

5
6 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar
7 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los
8 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para
9 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá
10 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

11
12 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y
13 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de
14 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los
15 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un
16 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 17
- 18 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
- 19 proceso.
- 20 • Despliegue de alarmas.
- 21 • Despliegue de eventos.
- 22 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 23 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- 24 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 25 función.
- 26 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 27

28 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
29 para la comunicación.

30
31 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
32 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

33 34 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

35
36 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.
37 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y
38 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

39
40 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM
41 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar

1 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios
2 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes
3 funcionalidades como mínimo:

- 4
- 5 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 6 • Despliegue de alarmas.
- 7 • Despliegue de eventos.
- 8 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 9 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
10 función.
- 11 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 12

13 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
14 para la comunicación.

15 **5.6.6 Switches**

16
17
18 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para
19 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 20
- 21 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 22 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 23 • Deberá incluir las siguientes características de red:
 - 24 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
 - 25 ○ IEEE 802.1q VLAN
- 26 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- 27 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba
28 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- 29 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la
30 más exigente.
- 31

32 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para
33 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de
34 protección y medida.

35 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

36
37
38 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:
39 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe
40 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez

1 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,
2 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y
3 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

4
5 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás
6 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos
7 distribuidos en la Subestación.

8
9 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores
10 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico
11 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

12 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

13 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

14
15
16 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del
17 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y
18 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la
19 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la
20 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada
21 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.
22 La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de
23 comunicaciones.

24
25 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés
26 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
27 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para
28 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
29 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
30 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
31 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

32 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

33
34
35 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
36 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
37 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
38 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
39 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
40 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

41

5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación

El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA. Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la información del proceso.

Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- Adquisición de datos y asignación de comandos.
- Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- Comunicación con el CND.
- Comunicación con la red de área local.
- Facilidades de mantenimiento.
- Facilidades para entrenamiento.
- Función de bloqueo.
- Función de supervisión.
- Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- Guía de operación.
- Manejo de alarmas.
- Manejo de curvas de tendencias.
- Manejo de mensajes y consignas de operación.
- Marcación de eventos y alarmas.
- Operación de los equipos.
- Programación, parametrización y actualización.
- Reportes de operación.
- Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- Secuencia de eventos.
- Secuencias automáticas.
- Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- Supervisión de la red de área local.

5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones

Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión.

5.7 Obras Civiles

Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

- Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del edificio de control.
- Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental, deben cumplir con los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el cual también está a cargo del Transmisor.
- Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá presentarle al Interventor la siguiente información:

- Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos, listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones hechas en campo verificadas por el Interventor.

5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de la red de puesta a tierra de apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocado, sin estañar, trenzado en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones de toque y paso a valores tolerables.

1
2 **6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**

3
4 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

5
6 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo
7 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio
8 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG
9 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo
10 Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013 o aquel que lo sustituya o
11 reemplace.

12 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,
13 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”
14 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el
15 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por
16 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta
17 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con
18 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

19
20 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como
21 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos
22 del CND, vigentes:

- 23
- 24 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
 - 25 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
26 asociadas.
 - 27 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
28 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
29 protecciones.
 - 30 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

31
32 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas
33 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para
34 los fines pertinentes por la Interventoría.

35
36 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

37
38 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 39
- 40 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
 - 41 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.

- 1 • Diagrama Unifilar.
- 2 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
- 3 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
- 4 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- 5 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- 6 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- 7 • Cronograma de pruebas.
- 8 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
- 9 información definitiva.
- 10 • Protocolo de energización.
- 11 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- 12 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
- 13 punto de conexión.
- 14 • Carta de declaración en operación comercial.
- 15 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
- 16 actualizados por el CND.
- 17
- 18

19 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

20
21 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG
22 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

25 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

26
27 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor
28 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el
29 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

32 **9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

33
34 Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como
35 costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por la UPME en
36 formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a
37 solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el
38 Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha
39 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles
40 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

1
2
3
4
5
6
7
8
9

10 FIGURAS

La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:

Figura 1 - Diagrama Esquemático

Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación San Juan 220 kV.